

(51)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Int. Cl. 2:

18  
H 01 M 2/16

H 01 M 2/18 T

16306-4

(4)

DE 24 15 076 B 2

(11)

## Auslegeschrift 24 15 076

(21)

Aktenzeichen: P 24 15 076.3-45

(22)

Anmeldetag: 28. 3. 74

(23)

Offenlegungstag: 10. 10. 74

(24)

Bekanntmachungstag: 31. 1. 80

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

30. 3. 73 Japan 36930-73

30. 3. 73 Japan 36931-73

5. 4. 73 Japan 39229-73

5. 4. 73 Japan 39230-73

(54)

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung einer Kunststoffbahn mit einer Porenschichtstruktur als Separator für galvanische Elemente und dessen Verwendung

(71)

Anmelder:

Sekisui Kagaku Kogyo K.K., Osaka (Japan)

(74)

Vertreter:

Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.; Kinne, R., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

(72)

Erfinder:

Honda, Seiichirou, Kawanishi, Hyogo; Hata, Hiroyoshi; Simura, Yosimasa; Une, Soichi; Osaka (Japan)

(56)

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 10 93 439

GB 6 56 871

US 36 25 771

US 30 45 058

DE 24 15 076 B 2

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung einer Kunststoffbahn mit einer Porenschichtstruktur, wobei zumindest einige offene Zellen vorhanden sind, als Separator für galvanische Elemente, durch Erzeugung einer Bahn, ausgehend von einer Mischung von Olefinharz und einer fein zerteilten anorganischen Substanz und Nachbehandlung der Bahn zur Ausbildung der Porosität, dadurch gekennzeichnet, daß in die Mischung für die Erzeugung der Bahn zusätzlich zumindest eine hydrophile Substanz aus der Gruppe der (i) wasserquellbaren thermoplastischen Harze, (ii) wasserunlöslichen oder -schwerlöslichen, nicht-ionischen oberflächenaktiven Mittel und (iii) wasserunlöslichen oder -schwerlöslichen, anionischen oberflächenaktiven Mittel eingearbeitet wird, wobei die Substanz (i) in einer Menge von 3 bis 100 Gew.-Teilen und die Substanzen (ii) und (iii) in Mengen von 0,01 bis 30 Gew.-Teilen pro 100 Gew.-Teile Olefinharz verwendet werden, und daß die Ausbildung der Porosität durch Recken der resultierenden Bahn in zumindest einer Richtung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahn zumindest in einer Richtung mit einem Reckverhältnis von zumindest 1,5 je Richtung gereckt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Recken bei einer Temperatur vorgenommen wird, die über dem Erweichungspunkt des Olefinharzes, aber unter seinem Schmelzpunkt liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gereckte Bahn nach dem Recken bei einer Temperatur wärmebehandelt wird, die unter dem Schmelzpunkt des besagten Olefinharzes, aber über der Recktemperatur liegt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als anorganische Substanz im wesentlichen wasserunlösliche, als Füllstoff an sich bekannte Substanzen verwendet werden, die insbesondere einen mittleren Teilchendurchmesser von nicht mehr als 20 µm besitzen.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein thermoplastisches Harz mit geringer Verträglichkeit mit besagtem Olefinharz, insbesondere in Mengen von 1 bis 100 Gew.-Teilen pro 100 Gew.-Teile des Olefinharzes, eingesetzt wird.

7. Verwendung eines nach den Ansprüchen 1 bis 6 hergestellten Separators in einem galvanischen Element, bei dem der Separator auf zumindest die reaktiven Oberflächen einer Elektrodenplatte aufgeschrumpft ist.

8. Verwendung eines nach den Ansprüchen 1 bis 6 hergestellten Separators in einem leksicheren Element, bei dem eine Elektrodenplatte mit einem mit elektrolytischer Lösung imprägnierten porösen offenzelligen Material bedeckt ist, dessen Oberfläche von der Kunststoffbahn umhüllt ist.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Kunststoffbahn mit einer Poren-

schichtstruktur, wobei zumindest einige offene Zellen vorhanden sind, als Separator für galvanische Elemente, durch Erzeugung einer Bahn, ausgehend von einer Mischung von Olefinharz und einer fein zerteilten anorganischen Substanz und Nachbehandlung der Bahn zur Ausbildung der Porosität.

Auf der Elektrodenoberfläche von galvanischen Elementen wird beim Gebrauch aktives Material gebildet. Wenn dieses herabfällt, ist die Selbstentladung beschleunigt, und es kommt oft zum Kurzschluß zwischen den Elektrodenplatten und zur Verminderung der Leistung der Elemente, was ihre Lebensdauer verkürzt. Diese Probleme werden nach dem Stand der Technik dadurch gelöst, daß die beiden Elektrodenplatten mittels eines Separators auf einen bestimmten Abstand gehalten werden. Beispiele für allgemein verwendete Separatoren sind Holzseparatoren; mikroporöse Kunststoffseparatoren, die durch Erzeugung eines Bahnmaterials aus einem synthetischen Harz und fein gepulverter wasserlöslicher Substanz und Auswaschen der wasserlöslichen Substanz unter Bildung von Mikroporen erhalten werden; aus verstärkten Fasern erhaltene Separatoren, die durch Imprägnierung eines Faserbreis oder Papiers von guter Qualität mit einer Phenolharzlösung und Härtung derselben in der Wärme erhalten werden; und Separatoren aus Glasmitteln, die durch Schichten von Glasfasern in Form von Filz oder Matten und Verkitteln derselben mit einem Kleber aus der Gruppe Gelatine, Stärke oder synthetische Harze erhalten werden.

Diese bekannten Separatoren zeigen einige Mängel, wie ungenügende Porosität, so daß kein ausreichender Durchtritt der elektrolytischen Lösung gewährleistet ist, geringe Festigkeit, hohes Gewicht und geringe Säure- und Oxidationsbeständigkeit, so daß die hiermit hergestellten galvanischen Elemente keine vollständig befriedigende Leistung und Lebensdauer zeigen.

Aus der GB-PS 5 65 871 ist ein Separator bekannt, der aus einer Mischung eines synthetischen Harzes und einer fein verteilten Substanz hergestellt wird, die anschließend zur Bildung der gewünschten Porosität entfernt wird. Diese aufwendige Verfahrensweise führt jedoch zu einem Separator mit ungenügender mikroporöser Struktur, so daß kein ausreichender Durchtritt der elektrolytischen Lösung durch den Separator erfolgen kann.

In der DE-AS 10 93 439 ist ein füssigkeitsdurchlässiger Separator aus einer saugfähigen Kunststoffplatte beschrieben, die mit Harz und einem nichtionischen Netzmittel imprägniert ist. Die Verwendung von oberflächenaktiven Mitteln auf Basis von Propylenoxid-derivaten dient zur Verbesserung der Imprägnierung der Kunststoffplatte mit einer Harzlösung. Bei der Herstellung des bekannten Separators besteht jedoch das Problem der Porenverstopfung, so daß ein glatter Durchtritt der elektrolytischen Lösung durch den Separator nicht immer gewährleistet werden kann.

In der US-PS 30 45 058 ist ein Verfahren zur Herstellung von Separatoren beschrieben, bei dem ein Sinterkörper aus Niederdruck-Polyäthylen hergestellt wird, wobei die Poren durch den Sintervorgang gebildet werden. In dem Sinterkörper können auch anorganische Füllstoffe eingearbeitet werden, die beim Sintervorgang das Schrumpfen verhindern sollen. Die Herstellung des bekannten Separators ist nicht nur auf ein ganz spezielles Ausgangsmaterial, nämlich Niederdruck-Polyäthylen beschränkt, sondern die Porosität und die mechanische Festigkeit der so erhaltenen Sinterkörper

ist auch nicht vollständig befriedigend.

Aus der US-PS 36 25 771 ist ein flexibler, poröser Separator für galvanische Elemente bekannt, der ein anorganisches Material (Hauptteil), Kaliumtitanat in Form von kurzen Fasern (geringerer Anteil) und eine Mischung (geringerer Anteil) aus einer gehärteten organischen Polymerkomponente und einer weiteren organischen Komponente, enthält. Die organische Polymerkomponente umfaßt härtbare Harze, wie Polyphenylenoxide, Polysulfone und Polyepoxide. Olefinharze sind nicht genannt. Der organische Binder dient als Bindemittel für das anorganische Material und das Kaliumtitanat, wobei es jedoch aufgrund der Fließfähigkeit des organischen Polymeren schwierig ist, eine gleichmäßig ausgebildete Porenstruktur zu erhalten. Die Leistungsfähigkeit der bekannten Separatoren in galvanischen Elementen ist daher nicht vollständig befriedigend.

Demgemäß besteht die Aufgabe der Erfindung in der Schaffung eines Separators für galvanische Elemente mit hoher Porosität, niedrigem elektrischen Widerstand, verbesserter mechanischer Festigkeit, einer guten Stabilität gegenüber Säure oder Alkali, einem leichten Durchtritt der elektrolytischen Lösung und einer verbesserten elektrischen Isolation, so daß die hieraus hergestellten galvanischen Elemente als Folge der wirksamen Verhinderung des Herabfallens aktiver Substanz an den Elektroden und aufgrund des Fehlens einer Herauslösung von schädlichen Substanzen in die Elektrolytlösung hinein, ein lange Lebensdauer besitzen, sowie geringe Größe und leichtes Gewicht aufweisen.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ist im Patentanspruch 1 definiert.

Die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn enthält ein Olefinharz als Grundmaterial. Das im Rahmen der Erfindung anwendbare Olefinharz kann irgendein Olefinharz sein, das Filmbildungsfähigkeit besitzt und eine gerade oder verzweigte Kette enthalten kann bzw. kristallin oder nicht-kristallin sein kann. Beispiele für geeignete Olefinharze sind Homopolymeren von Olefinen wie Polyäthylen, Polypropylen, Polybuten, Polybutylen oder Poly-[4-methylpenten-(1)], Copolymeren von Olefinen mit anderen, damit copolymerisierbaren Monomeren wie ein Äthylen-Propylen-Copolymeres, ein Äthylen-Buten-Copolymeres, ein Äthylen-Vinylacetat-Copolymeres, ein Äthylen-Vinylchlorid-Copolymeres, ein Propylen-Buten-Copolymeres oder ein Äthylen-Äthylacrylat-Copolymeres oder modifizierte Olefinharze wie chloriertes Polyäthylen oder chlorsulfonierte Polyäthylen. Von diesen werden Polyäthylen, isotaktisches Polypropylen, Äthylen-Propylen-Copolymeren, Äthylen-Vinylacetat-Copolymeren und chloriertes Polyäthylen besonders bevorzugt.

Das Verhältnis des Olefinmonomeren zum copolymerisierbaren Monomeren zur Bildung des Copolymeren liegt bei zumindest 50 Gew.-%.

Die obigen Olefinharze können einzeln oder in Kombination von zwei oder mehreren angewandt werden.

Die als ein Füllstoff zum Olefinharz zuzusetzende fein zerteilte anorganische Substanz kann irgendein Füllstoff sein, der gegenüber Säure oder Alkali in der elektrolytischen Lösung eines galvanischen Elementes stabil ist. Beispiele für die anorganische Substanz sind Silicatpulver, Diatomeenerdepulver, Kohlenstoffpulver, Glimmerpulver, Kohlepulver, Graphitpulver, Bariumsulfatpulver, Calciumhydroxidpulver, Magnesiumhydro-

xidpulver und Bariumhydroxidpulver. Von diesen werden Silicatpulver, Diatomeenerdepulver, Kohlenstoffpulver, Magnesiumhydroxid und Calciumhydroxid besonders bevorzugt. Diese Füllstoffe können entweder allein oder in Kombination von zwei oder mehreren angewandt werden. Der Teilchendurchmesser der anorganischen Substanz ist nicht kritisch, jedoch werden zu große Teilchen nicht bevorzugt. So hat die im Rahmen der Erfindung verwendete anorganische Substanz üblicherweise einen mittleren Teilchendurchmesser von nicht mehr als 20 µm, vorzugsweise nicht mehr als 5 µm.

Die Menge der fein zerteilten anorganischen Substanz ist nicht streng begrenzt, jedoch liegt die geeignete Menge bei 5 bis 300 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteile Olefinharz. Besonders geeignet ist die Anwendung in einer Menge von 10 bis 200 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteile des Olefinharzes.

Die Anwendung einer solchen fein zerteilten anorganischen Substanz macht es möglich, eine für einen Separator geeignete Porenschichtstruktur zu erzeugen, wenn die gebildete Kunststoffbahn gereckt wird.

Das bedeutendste Merkmal der Erfindung besteht darin, daß die so gebildete Porenschichtstruktur die Grundlage für die Funktion als Separator darstellt, wobei zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Kunststoffbahn als Separator für galvanische Elemente eine hydrophile Substanz aus der Gruppe der wasserquellbaren thermoplastischen Harze, wasserunlöslichen oder -schwerlöslichen, nicht-ionischen oberflächenaktiven Mittel und wasserunlöslichen oder -schwerlöslichen, anionischen oberflächenaktiven Mittel in das Olefinharz eingebaut ist.

Geeignete wasserquellbare thermoplastische Harze sind beispielsweise ein Homopolymeres von Äthylenoxid oder ein Copolymeres von Äthylenoxid mit einem anderen, damit copolymerisierbaren Monomeren, das bei Kontakt mit Wasser Wasser aufnimmt und quillt sowie ein Homopolymeres von Acrylsäure, ein Homopolymeres von Methacrylsäure oder ein Copolymeres von Acrylsäure oder Methacrylsäure und einem anderen, damit copolymerisierbaren Monomeren, das (ebenfalls) bei Kontakt mit Wasser dieses absorbiert und quillt. Diese Polymeren werden entweder allein oder in Mischung von zwei oder mehreren verwendet. Am zweckmäßigsten sollten diese Polymeren bei Kontakt mit Wasser quellen, sich jedoch nicht in Wasser lösen. Jedoch können auch solche, die bei Kontakt mit Wasser dieses absorbieren und quellen, im Rahmen der Erfindung verwendet werden. Solche, die sich in Wasser in größerem Ausmaße lösen, sind für die Verwendung in der Kunststoffbahn gemäß der Erfindung nicht erwünscht, da sie die Zusammensetzung der elektrolytischen Lösung verändern und dazu neigen, an Ladungs- und Entladungsreaktionen teilzunehmen.

Das im Rahmen der Erfindung zweckmäßig verwendete wasserquellbare thermoplastische Harz hat einen Wasserquellbarkeitsfaktor von 2 bis 50, vorzugsweise 5 bis 40. Der Wasserquellbarkeitsfaktor ist definiert als der Faktor des Gewichts des Harzes, das Wasser bis zur Sättigung aufgenommen hat, gegenüber seinem Originalgewicht vor der Wasseraufnahme.

Typische wasserquellbare thermoplastische Polymere sind modifiziertes Polyäthylenoxid mit einer Biegeermüdungstemperatur von etwa 70 bis 80°C und Poly(2-hydroxyäthylmethacrylat).

Die geeignete Menge des wasserquellbaren thermo-

plastischen Harzes liegt bei 3 bis 100 Gewichtsteilen, vorzugsweise 5 bis 70 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteile Olefinharz. Die Verwendung des wasserquellbaren thermoplastischen Harzes macht es möglich, die hydrophilen Eigenschaften der erfundungsgemäßen Harzbahn zu verbessern, so daß ein leichter Durchtritt der elektrolytischen Lösung ermöglicht und der elektrische Widerstand der Kunststoffbahn in der elektrolytischen Lösung vermindert wird.

Wenn das in der Kunststoffbahn anwesende wasserquellbare thermoplastische Harz in der elektrolytischen Lösung mit Wasser gequollen wird, nimmt der Parendurchmesser der die mikroporöse Schichtstruktur bildenden Mikroporen ab und der Durchtritt der aktiven Substanz kann ohne eine Erhöhung des elektrischen Widerstandes der Kunststoffbahn in der elektrolytischen Lösung verhindert werden.

Das nicht-ionische oberflächenaktive Mittel sollte mit dem Olefinharz mäßig verträglich sein. Beispiele für geeignete nicht-ionische oberflächenaktive Mittel sind Polyäthylenglykolester, -äther und -alkylphenole; Sorbitanmono- und trifettsäureester auf Basis von Laurin, Palmitin-, Stearin- und Ölsäure; Polyoxyäthylenderivate der vorstehend genannten Sorbitanester; und Copolymeren von Polyäthylenglykol und Polypropylenglykol. Solche, die in Wasser schwerlöslich oder unlöslich und hydrophil sind, werden von diesen nicht-ionischen oberflächenaktiven Mitteln ausgewählt. Von diesen werden die Polyäthylenglykole vom Alkylphenol-Typ und das Copolymer von Polyäthylenglykol und Polypropylenglykol besonders bevorzugt.

Das anionische oberflächenaktive Mittel sollte mit dem Olefinharz mäßig verträglich sein. Beispiele für geeignete anionische oberflächenaktive Mittel sind anionische oberflächenaktive Mittel vom Natriumdodecylbenzolsulfonat-Typ, Natriumalkynaphthalinsulfonat-Typ und Natriumdialkylsulfosuccinat-Typ. Von diesen werden die anionischen oberflächenaktiven Mittel vom Natriumdodecylbenzolsulfonat-Typ und Natriumdialkylsulfosuccinat-Typ besonders bevorzugt.

Die Verwendung solcher nicht-ionischen und/oder anionischen oberflächenaktiven Mittel bedingt, daß die erfundungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn bei Verwendung als Separator nicht mit Säure oder Alkali in der elektrolytischen Lösung reagiert und die Kunststoffbahn eine gute Affinität zum Wasser in der elektrolytischen Lösung an den Poren der porösen Struktur besitzt. Das ermöglicht einen leichten Durchtritt der elektrolytischen Lösung und setzt den elektrischen Widerstand der Kunststoffbahn in der elektrolytischen Lösung auf einen für Separatoren geeigneten Wert herab.

Wenn das nicht-ionische und/oder anionische oberflächenaktive Mittel jedoch in einem größeren Ausmaße in der elektrolytischen Lösung gelöst wird, nimmt es unerwünscht an Ladungs- und Entladungsreaktionen teil. Demgemäß sollte das nicht-ionische und/oder anionische oberflächenaktive Mittel in Wasser schwerlöslich oder unlöslich und gleichzeitig hydrophil sein.

Das nicht-ionische oder anionische oberflächenaktive Mittel kann entweder flüssig oder pulverförmig sein. Die geeignete Menge des nicht-ionischen und/oder anionischen oberflächenaktiven Mittels beträgt 0,01 bis 30 Gewichtsteile, vorzugsweise 0,5 bis 20 Gewichtsteile pro 100 Gewichtsteile Olefinharz.

Es ist möglich, in die erfundungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn ein anderes thermoplastisches Harz einzubauen, das mit dem Olefinharz relativ wenig

verträglich (compatibel) ist. Beispiele für solche Harze sind Styrolharze, Vinylchloridharze, Polycarbonatharze, gesättigte Polyester und Phenoxyharze. Diese Harze werden entweder einzeln oder in Kombination von zwei oder mehreren zugesetzt.

Die Zugabe eines solchen thermoplastischen Harzes trägt zu einer größeren Orientierung der porösen Schichtstruktur insbesondere der geschichteten Struktur durch Recken bei. Die Menge des zusätzlichen Harzes liegt üblicherweise bei 1 bis 100 Gewichtsteilen, vorzugsweise 5 bis 50 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteile Olefinharz.

Nach Wunsch kann die erfundungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn ferner ein Pigment, ein Schmier- oder Gleitmittel, einen Wärmestabilisator, einen Weichmacher, ein Formhilfsmittel oder ein Antistatikmittel usw. aufweisen, die jedoch die Ladungs- oder Entladungsreaktion nicht nachteilig beeinflussen.

Zur Herstellung der Kunststoffbahn wird eine Mischung aus (a) einem Olefinharz, (b) einer fein zerteilten anorganischen Substanz und (c) zumindest einer hydrophilen Substanz aus der Gruppe der wasserquellbaren thermoplastischen Harze und wasserunlöslichen oder schwerlöslichen hydrophilen nicht-ionischen oder anionischen oberflächenaktiven Mittel zu einer Bahn geformt. Dabei werden zunächst die Komponenten (a), (b) und (c) und gewünschtemfalls die oben genannten zusätzlichen Komponenten in bekannter Weise sorgfältig gemischt und durchgeknetet unter Verwendung einer bekannten Vorrichtung wie beispielsweise eines Druckkneters etwa eines Bumbury-Mischers, einer Walzenmühle oder eines Extrusionskneters und zum Schmelzen gebracht, und die geschmolzene Mischung wird dann unter Verwendung einer Kalanderwalze zu einem Bahnmaterial verarbeitet. Die Komponenten können auch mit oder ohne vorangehendes Mischen in einem hochtourigen Mischer wie einem Henschel-Mischer oder einem »Supermixer« in einen Extruder gegeben werden.

Die Dicke der resultierenden Bahn liegt zweckmäßig bei 0,1 bis 5 mm im Hinblick auf die nachfolgende Reckung. Am geeignetsten sind Dicken von 0,2 bis 2 mm. Das Recken der resultierenden Bahn erfolgt bei einer Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes des Olefinharzes. Ein Recken der Bahn bei einer Temperatur, bei der eine Neigung zum Auftreten von Trennungen an der Grenzfläche zwischen der fein zerteilten anorganischen Substanz und dem Olefinharz besteht, ist für die Entwicklung der Porenschichtstruktur geeignet.

Das Recken kann in einer Richtung oder in mehreren Richtungen gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Für den Reckvorgang können irgendwelche bekannten Verfahren und Vorrichtungen verwendet werden. So wird beispielsweise für das biaxiale Recken einer Bahn in Längsrichtung und in Querrichtung (als einem typischen Fall des Reckens in mehreren Richtungen) zweckmäßigerweise ein Spannrahmen verwendet.

Das Reckverhältnis liegt vorzugsweise bei zumindest 1,5 in jeder Richtung, gleichgültig ob die Bahn in einer oder in mehreren Richtungen gereckt wird. Am geeignetsten wird die Bahn mit einem Reckverhältnis von zumindest zwei in jeder Richtung gereckt. Die Reckgeschwindigkeit kann über einen weiten Bereich entsprechend der Dicke der Folie oder Bahn und der Recktemperatur variiert werden. Allgemein liegt jedoch die geeignete Reckgeschwindigkeit bei 40 cm/min bis 20 000 cm/min.

Auf diese Weise kann eine Porenschichtstruktur gebildet werden, bei der eine Mehrzahl von aus Mikroporen zusammengesetzten Porenschichtstruktur zusammengeschichtet sind. Eine gute Porenschichtstruktur kann selbst durch Recken in einer Richtung gebildet werden, jedoch wird ein Recken in zwei Richtungen sehr bevorzugt. Insbesondere wird ein gleichzeitiges Recken in zwei unterschiedlichen Richtungen bevorzugt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann das resultierende Harz mit Porenschichtstruktur wärmebehandelt werden. Die Wärmebehandlung erfolgt bei einer Temperatur unter dem Schmelzpunkt des Olefinharzes, die jedoch höher als die Recktemperatur ist. Während der Wärmebehandlung kann die Kante der Bahn fixiert oder in einem freien Zustand sein. Bei einer Wärmebehandlung der Bahn im fixierten Zustand tritt beim Bahnmaterial eine Art »Warmhärtungseffekt« auf und man gelangt zu Vorteilen wie erhöhter Dimensionsstabilität in der Wärme, verbesserter Glätte und etwas erhöhter Porosität. Wenn andererseits im freien Zustand wärmebehandelt wird, tritt bei der Bahn ein Schrumpfeffekt auf und es können Vorteile wie feinerer Porendurchmesser und erhöhte Dimensionsstabilität in der Wärme erzielt werden. Das Schrumpfen der Bahn sollte auf nicht mehr als 10% der Originalabmessung in einer Richtung, vorzugsweise auf nicht mehr als 5% eingestellt werden. Auf diese Weise wird eine Kunststoffbahn mit einer Porenschichtstruktur gebildet, die als Separator für galvanische Elemente brauchbar ist, und bei der Mikroporen über den gesamten Querschnitt gebildet sind und dünne, aus den Mikroporen bestehende Schichten im Laminatzustand angeordnet sind, wobei zumindest einige der Poren offene Zellen bilden.

Eine elektronenmikroskopische Untersuchung der Kunststoffbahn zeigt, daß bei einer solchen Porenschichtstruktur Trennungen an den Grenzflächen zwischen der fein zerteilten anorganischen Substanz und dem Olefinharz auftreten, wobei das Olefinharz faserig wird und die Wände der Poren bildet. Eine Vielzahl von dünnen Schichten von solchen dicht angeordneten Poren sind über den gesamten Querschnitt hinweg schichtartig miteinander verbunden, und insbesondere beide Oberflächenschichten der Harzfolie enthalten dichtere Poren als die inneren Schichten. Die meisten Poren in den Oberflächenschichten haben einen Porendurchmesser von nicht mehr als 0,1 µm und der Porendurchmesser der meisten Poren der inneren Schichten liegt bei 0,1 bis 10 µm.

Die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn sollte offene Zellen besitzen, die sich von einer Oberfläche der Bahn zur anderen erstrecken, jedoch ist es nicht notwendig, daß alle feinen Poren in der Bahn offene Zellen bilden. Allgemein sollte zur Sicherstellung eines guten Durchtritts der elektrolytischen Lösung der Anteil der offenen Zellen 40 bis 90%, vorzugsweise 50 bis 90% der gesamten Poren der Bahn ausmachen.

Der Durchmesser der in der Bahn gebildeten feinen Poren liegt zweckmäßigerweise in der Gegend von 0,005 bis 20 µm. Damit die elektrolytische Lösung gut durch die Bahn hindurchtreten kann, aber ein Durchtritt von aktiver Substanz verhindert wird, liegt der maximale Durchmesser der offenen Zellen zweckmäßigerweise bei 0,01 bis 10 µm, vorzugsweise 0,01 bis 5 µm.

Die Dicke der Kunststoffbahn liegt im allgemeinen

zweckmäßigerweise bei 0,01 bis 10 mm, vorzugsweise bei 0,05 bis 5 mm.

Die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn besitzt als Separator für galvanische Elemente folgende Vorteile:

- (1) Zwischen den Elektroden tritt kein Kurzschluß auf;
- (2) Ein Durchtritt von Teilchen von auf den Elektroden gebildetem Material ist nicht möglich;
- (3) Es werden keine schädlichen Substanzen aus der Bahn in die elektrolytische Lösung hineingelöst;
- (4) Die Kunststoffbahn besitzt eine bessere mechanische Festigkeit;
- (5) Die Kunststoffbahn besitzt eine hohe Porosität und eine hohe Affinität zum in der elektrolytischen Lösung anwesenden Wasser, so daß ein leichter Durchtritt der elektrolytischen Lösung möglich ist;
- (6) Der elektrische Widerstand in der elektrolytischen Lösung ist gering;
- (7) Das galvanische Element kann leicht und klein gemacht werden.

Die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn findet daher einen weiten Anwendungsbereich als Separator für galvanische Elemente unterschiedlichen Typs etwa Blei-, Alkali- oder lecksichere Elemente.

Die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn hat eine Porenschichtstruktur, bestehend aus einem Hauptteil von offenen Zellen, die sich von einer Oberfläche der Bahn zur anderen erstrecken und gestattet somit einen besseren Durchtritt der elektrolytischen Lösung durch diese offenen Zellen. Darüber hinaus sind diese Poren sehr fein, so daß ein Durchtritt von an den Elektroden gebildeter aktiver Substanz verhindert wird. Die Bahn hat auch eine gute Affinität zum in der elektrolytischen Lösung anwesenden Wasser, da sie wasser-quellbares thermoplastisches Harz oder wasserunlösliches oder schwerlösliches hydrophiles nicht-ionisches oder anionisches oberflächenaktives Mittel enthält. Auf diese Weise wird die Permeation der elektrolytischen Lösung stärker verbessert.

Die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn hat einen elektrischen Widerstand in der elektrolytischen Lösung von etwa 0,0005 Ohm/dm<sup>2</sup> bis 0,005 Ohm/dm<sup>2</sup>, was etwa 1/2 bis 1/10 des elektrischen Widerstandes der oben beschriebenen herkömmlichen galvanischen Elemente entspricht.

Ferner besitzt die erfindungsgemäß hergestellte Kunststoffbahn, da sie das Olefinharz als Basis enthält und die als Ergebnis einer Reckung gebildete Porenschichtstruktur aufweist, überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie Biegefestigkeit oder Schlagfestigkeit. Diese Eigenschaften sind selbst bei niedrigen Temperaturen von -30°C bis -40°C ausgeprägt, und die Bahn besitzt überlegene Tieftemperatoreigenschaften.

Die erfindungsgemäß Bahn kann vollständig als Separator funktionieren, wenn ihre Dicke 0,01 bis 10 mm beträgt. Während die herkömmlichen Separatoren eine Dicke von etwa 0,4 bis 2 mm haben, kann die Dicke der erfindungsgemäß hergestellten Bahn je nach Gebrauch, der galvanischen Elemente, kleiner oder größer gemacht werden. Beispielsweise kann eine Bahn von größerer Dicke ein geeignetes galvanisches Element ergeben, das frei von Leckverlusten an Lösung ist. Eine Bahn von geringerer Dicke macht es möglich, den Abstand zwischen einer Kathode und einer Anode zu verringern (verglichen mit dem Fall der Verwendung der herkömmlichen Separatoren für galvanische Ele-

mente). Demgemäß können die galvanischen Elemente leicht und klein gemacht werden und für die Anwendung in Elektro-Automobilen geeignete Elemente erhalten werden. Die erfundungsgemäß hergestellte Bahn besitzt auch überlegene elektrische Isolationseigenschaften, was sie als Separator äußerst geeignet macht.

Ein weiterer Vorteil der erfundungsgemäß hergestellten Kunststoffbahn besteht darin, daß sie warm-ver-schweißbar ist. Ferner hat sie in Anbetracht der Reckung während der Fertigung mittelmäßige Wärme-schrumpfungseigenschaften. Wenn das Harz also durch Warm-Verschweißen zu einem Beutel geformt und eine Elektrode darin untergebracht wird mit nachfolgender Erwärmung, so kann entweder eine Anode oder eine Kathode mit innigem Kontakt der Bahn mit der Elektrode darin eingeschlossen werden.

Gemäß der Erfahrung kann also eine Elektrodenplatte für galvanische Elemente vorgesehen werden, bei der zumindest die reaktiven Oberflächen der Elektrodenplatte von einer Kunststoffbahn der oben beschriebenen Art mit Porenschichtstruktur umgeben wird, wobei die Bahn eng an der reaktiven Oberfläche der Elektrodenplatte haftet.

Eine erfundungsgemäß vorgesehene Elektrodenplatte wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 der Zeichnungen beschrieben.

In Fig. 1 ist eine Elektrodenplatte 4 mit einem Elektrodenanschluß oder Pol 3 in einem Beutel 1 untergebracht, der aus der erfundungsgemäß hergestellten Kunststoffbahn gebildet ist und vorzugsweise einen Warmversiegelungsteil 2 aufweist, der unter Ausnutzung der Warmverschweißbarkeit der Bahn erzeugt ist, wobei ein Teil des Elektrodenanschlusses 3 aus dem Beutel vorragt. Durch Wärmeschrumpfung des Beutels 1 ist dieser in innigem Kontakt mit der Elektrodenplatte 4 gebracht und umschließt diese so. Ein Verbrauch der Elektrodenplatte durch solche Ursachen wie Herabsfallen von aktiver Substanz der Oberfläche der Elektrodenplatte, Selbstentladung oder Kurzschluß tritt somit nicht auf und die Elektrodenplatte wird vollständig ausgenutzt. Es ist daher möglich, eine Elektrodenplatte für galvanische Zellen vorzusehen, die einen verbesserten Durchtritt der elektrolytischen Lösung zuläßt, einen geringeren elektrischen Widerstand in der elektrolytischen Lösung besitzt und frei von Erhöhungen des elektrischen Widerstandes ist, die durch Gase verursacht werden, die während der Ladung zwischen der Oberfläche der Elektrodenplatte und dem Separator durch Blasenbildung entstehen.

Die erfundungsgemäß hergestellte Bahn kann ferner geeignet als Separator für leksichere Elemente verwendet werden. Zu Beispielen für herkömmliche leksichere Elemente gehören solche, bei denen Glasfasern in Form von Matten auf beiden Oberflächen einer Elektrodenplatte schichtartig aufgetragen sind und Separatorplatten auf diese Oberflächen durch Anlegen aufgeschichtet werden und ein mit einer elektrolytischen Lösung imprägniertes poröses Material zwischen diesen angeordnet ist oder Elemente, bei denen ein treibmittelhaltiges formbares Harz in eine mit Elektrodenplatten in bestimmter Position versehene Zelle unter Aufschäumung des Harzes eingebracht wird, wobei das zwischen die Elektrodenplatten gefüllte Harz mit elektrolytischer Lösung imprägniert wird.

Da jedoch bei herkömmlichen leckfreien Elementen keine ausreichende Diffusion der elektrolytischen Lösung stattfindet, besteht eine Tendenz zu einer geringen Leistung des galvanischen Elementes. So

beobachtet man, daß die Elektrodenplatten zur Zeit der Ladung oder Entladung schrumpfen oder sich aufweiten. Zusätzlich kann das Herabfallen von aktivem Material nicht vollständig verhindert werden und die Elektrodenplatten neigen zum Verbrauch durch Selbstentladung oder Kurzschluß. Ferner werden zum Zeitpunkt der Ladung entstehende Gase zu Blasen, die an den Oberflächen der Elektrodenplatten haften, was zu einer Erhöhung des elektrischen Widerstandes an den Elektrodenplatten führt.

Die Verwendung des erfundungsgemäß hergestellten Separators in einem leksicheren Element ist frei von solchen Mängeln.

Gemäß einer anderen Ausführungsart der Erfahrung wird daher eine Elektrodenplatte für leksichere Elemente vorgesehen, bei der die Elektrodenplattenoberfläche mit einem porösen, offene Zellen enthaltenen und mit einer Elektrolytlösung imprägnierten Material bedeckt und die Oberfläche dieses porösen Materials von der erfundungsgemäß hergestellten Kunststoffbahn mit Porenschichtstruktur umhüllt ist, die in innigem Kontakt mit der Oberfläche des porösen Materials steht.

Eine Elektrodenplatte für leksichere Elemente wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

Hierbei ist die äußere Oberfläche einer Elektrodenplatte 6 mit einem Elektrodenanschluß oder Pol 5 mit einem porösen Material 7 mit offenen Zellen bedeckt, das mit einer elektrolytischen Lösung imprägniert ist. Zweckmäßigerweise ist das poröse Material 7 aus einem aufgeschäumten Produkt eines synthetischen Harzes wie Polyäthylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid oder Polyurethan, Schwamm oder einem mikroporösen Gummi hergestellt. Die mit elektrolyt-imprägniertem porösen Material 7 bedeckte Platte 6 wird in einem Beutel 8 untergebracht, der vorzugsweise einen unter Ausnutzung der Warmverschweißbarkeit der Kunststoffbahn gebildeten Warmversiegelungsteil 9 aufweist. Im übrigen besitzt der Beutel, da die zu seiner Bildung verwendete Bahn gereckt ist, eine verbesserte Wärmeschrumpfung. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaft kann die den Beutel 8 bildende Kunststoffbahn in innigen Kontakt mit der Oberfläche des porösen Materials 7 durch Erwärmen gebracht werden.

Somit kann ein leichtes und kleines galvanisches Element mit weit besseren Eigenschaften als herkömmliche leksichere Elemente gemäß der Erfahrung vorgesehen werden.

Durch die nachfolgenden Beispiele wird die Erfahrung mehr im Detail erläutert. In diesen Beispielen sind alle Teile auf das Gewicht bezogen.

### Beispiel 1

Polyäthylen von hoher Dichte	
55 (Schmelzpunkt 131°C)	100 Teile
wasser-quellbares Harz vom	
Polyäthylenoxid-Typ	30 Teile
Silica-Pulver (Teilchendurchmesser	
kleiner als 10 µm)	30 Teile
60 Diatomeenerde-Pulver (Teilchen-	
durchmesser kleiner als 10 µm)	60 Teile

Die vorstehenden Komponenten wurden in einem Bumbury-Mischer zusammengemischt bzw. geknetet und die erhaltene Mischung in einen Extruder vom Entlüftungs-Typ gebracht und zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,5 mm durch eine mit dem Mundstück verbundene flache Düse extrudiert. Die Bahn wurde

dann bei 90°C auf einer Reckvorrichtung vom Spannrahmen-Typ gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 3,5 in jeder Richtung gereckt. Aus diesem Recken resultierte die Bildung einer Porenschichtstruktur in der Bahn.

Es wurde festgestellt, daß ein größerer Teil der Mikroporen in der Porenschichtstruktur einen Porendurchmesser von 0,1 bis 5 µm hatte. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,6 µm. Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,18 mm und eine effektive Dichte von 0,291 g/cm<sup>3</sup>.

Der Anteil der offenen Zellen lag bei 65%.

Die Bahn wurde zwischen einer Anode und einer Kathode eines mit Säure arbeitenden galvanischen Elements gebracht und als Separator verwendet. Jede Separatorbahn hatte einen elektrischen Widerstand von 0,0004 Ohm/dm<sup>2</sup> in einer elektrolytischen Lösung.

Der Separator wurde durch den Elektrolyten nicht angegriffen und erwies sich auch als geeignet für die Verwendung in »alkalischen Elementen«. Der resultierende Separator ermöglichte eine bessere Permeation der elektrolytischen Lösung und hatte überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie eine verbesserte Biegefestigkeit.

#### Beispiel 2

Polypropylen (Schmelzpunkt 165°C)	100 Teile
Äthylen-Vinylacetat-Copolymeres	15 Teile
Poly(2-hydroxyäthylmethacrylat) als wasserquellbares Harz	30 Teile
Calciumhydroxid	45 Teile
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten lang mit einer auf 170°C erhitzen Knetwalze durchgeknetet und die erhaltene Mischung in einen Extruder gegeben und zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,35 mm durch eine mit seinem Mundstück verbundene flache Düse extrudiert. Die Bahn wurde auf Zimmertemperatur abgekühlt und auf 115°C wiedererhitzt, wonach sie gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4,0 in jeder Richtung zur Bildung einer Porenschichtstruktur in der Bahn gereckt wurde.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 10 µm. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,9 µm. Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,08 mm und eine effektive Dichte von 0,223 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 60%.

Die resultierende Bahn wurde zwischen einer Anode und einer Kathode eines alkalischen Elementes gebracht und als Separator verwendet. Jede Bahn des Separators hatte einen elektrischen Widerstand von 0,0007 Ohm/dm<sup>2</sup> in einer elektrolytischen Lösung. Der Separator hatte eine überlegene Alkali- und Reduktionsfestigkeit. Er ermöglichte auch eine verbesserte Permeation der elektrolytischen Lösung und hatte überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie eine verbesserte Biegefestigkeit.

#### Beispiel 3

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)	100 Teile
Äthylen-Vinylacetat-Copolymeres	20 Teile
Silica-Feinpulver	

(Teilchendurchmesser unter 5 µm)	30 Teile
Diatomeenerdepulver	
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	30 Teile

nicht-ionisches oberflächenaktives

5 Mittel vom Polyoxyäthylen-stearat-Typ 7 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden in einem Bumbury-Mischer vermischt bzw. geknetet und dann zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,4 mm mit einer auf 170°C erhitzen Kalandrierwalze geformt. Unter Aufrechterhaltung einer Temperatur von 90°C wurde die Bahn dann gleichzeitig in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 3 und in Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 3,5 unter Verwendung einer Reckvorrichtung vom Spannrahmen-Typ gereckt, wobei in der Schicht eine Porenschichtstruktur gebildet wurde.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 5 µm. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,4 µm. In der resultierenden Bahn waren viele der Poren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche zur anderen.

Die resultierende Kunststoffbahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,20 mm und eine effektive Dichte von 0,231 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 70%.

Die erhaltene Bahn wurde zwischen einer Anode und einer Kathode eines mit Säure arbeitenden galvanischen Elements angeordnet und als Separator verwendet, wobei die Leistung des Elementes überlegen war.

Jede Separator-Bahn hatte einen elektrischen Widerstand von 0,00025 Ohm/dm<sup>2</sup> in einer elektrolytischen Lösung. Die Zugfestigkeit des Separators lag bei 20,6 N/mm<sup>2</sup> in der Längsrichtung und bei 17,2 N/mm<sup>2</sup> in der Querrichtung.

Der wie oben erhaltene Separator hatte eine verbesserte Säure- und Alkaliresistenz und zeigte eine ausgezeichnete Funktion sowohl in einem mit Säure arbeitenden als auch in einem mit Alkali arbeitenden galvanischen Element. Ferner ermöglichte er eine verbesserte Permeation einer elektrolytischen Lösung.

#### Beispiel 4

45 Polypropylen (Schmelzpunkt: 170°C)	20 Teile
Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)	80 Teile
Magnesiumhydroxid	
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	60 Teile
nicht-ionisches oberflächenaktives	
Mittel aus Polypropylenglykol/Polyäthylenenglykol-Copolymeren	5 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten lang mit einer auf 170°C erhitzen Knetwalze geknetet und die erhaltene Mischung in einen Extruder gegeben und zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,3 mm durch eine mit seinem Mundstück befestigte flache Düse extrudiert. Die Bahn wurde bei 95°C gleichzeitig in der Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 3,5 in jeder Richtung gereckt, wodurch eine Porenschichtstruktur in der Bahn gebildet wurde.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 10 µm, und viele der Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Folie zur anderen. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,9 µm.

Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,12 mm und eine effektive Dichte von 0,286 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 65%.

Die Bahn hatte eine überlegene Alkaliresistenz und ermöglichte eine verbesserte Permeation einer elektrolytischen Lösung bei Verwendung als Separator zwischen einer Anode und einer Kathode in einem alkalischen Element.

Der Separator wurde in eine Lösung von Kaliumhydroxid mit einem spezifischen Gewicht von 1,3 getaucht und sein elektrischer Widerstand gemessen. Dabei wurde gefunden, daß jede Bahn des Separators in der elektrolytischen Lösung einen elektrischen Widerstand von 0,0004 Ohm/dm<sup>2</sup> hatte. Der Separator hatte ferner überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie eine verbesserte Biegefestigkeit, Zugfestigkeit und Schlagfestigkeit.

#### Beispiel 5

Polypropylen (Schmelzpunkt 165°C)	100 Teile
Äthylen/Vinylacetat-Copolymeres	10 Teile
Kohlenstoffpulver	
(Teilchendurchmesser unter 5 µm)	15 Teile
Diatomeenerdepulver	
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	70 Teile
nicht-ionisches oberflächenaktives	
Mittel vom Sorbitan-monostearat-Typ	10 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten lang mit einer auf 170°C erhitzten Knetwalze durchgeknetet und die erhaltene Mischung in einen Extruder gegeben und zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,35 mm durch eine mit seinem Mundstück fest verbundene flache Düse extrudiert. Die Bahn wurde bei 120°C gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4,0 in jeder Richtung gereckt zur Bildung einer Porenschichtstruktur in der Bahn. Viele der Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Bahn zur anderen.

Ein größerer Teil der die Porenstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 10 µm. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,6 µm. Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,08 mm und eine effektive Dichte von 0,223 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 70%.

Die Bahn hatte eine überlegene Resistenz gegen Säure und Alkali und konnte mit guten Ergebnissen als Separator zwischen einer Anode und einer Kathode in einem mit Säure oder Alkali betriebenen galvanischen Element verwendet werden. Ferner gestattete die Bahn eine verbesserte Permeation einer elektrolytischen Lösung. Der Separator wurde in eine elektrolytische Lösung von einem Säure-Element getaucht und sein elektrischer Widerstand gemessen. Dabei wurde gefunden, daß jede Bahn einen elektrischen Widerstand von 0,0004 Ohm/dm<sup>2</sup> hatte.

Der wie oben beschrieben erhaltene Separator hatte ferner überlegene Festigkeitseigenschaften wie verbesserte Biegefestigkeit, Zugfestigkeit oder Schlagfestigkeit.

#### Beispiel 6

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)	100 Teile
Silica-Pulver (Teilchendurchmesser unter 5 µm)	50 Teile

nicht-ionisches oberflächenaktives  
Mittel vom Polyoxyäthylenalkyl-  
phenoläther-Typ

10 Teile

5 Die vorstehenden Bestandteile wurden mit einem Bumbury-Mischer vermischt bzw. geknetet und die erhaltene Mischung mit einer auf 170°C erhitzten Kalanderwalze zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,5 mm verarbeitet. Die bei 95°C gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 3 und in Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 3,5 unter Verwendung einer Reckvorrichtung vom Spannrahmentyp gereckt, wodurch eine Porenschichtstruktur in der Bahn gebildet wurde.

10 Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 5 µm. Viele dieser Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Bahn zur anderen. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,3 µm.

15 Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,18 mm und eine effektive Dichte von 0,255 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 72%.

20 Die Bahn wurde durch Warmverschweißen zu einem Beutel geformt und eine Elektrode für ein galvanisches Element darin untergebracht. Durch die Erwärmung des Beutels schrumpfte dieser und haftete innig an der Elektrode.

25 Beim Eintauchen der derart umhüllten Elektrode in eine elektrolytische Lösung für ein mit Säure arbeitendes Element konnte eine überlegene Permeation der elektrolytischen Lösung beobachtet werden, jedoch wurde der Durchtritt von aktiver Substanz der Elektrode verhindert. Jede Bahn des Elektrodenseparators hatte einen elektrischen Widerstand von 0,00023 Ohm/dm<sup>2</sup> in der elektrolytischen Lösung.

30 Ferner hatte der Separator überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie eine verbesserte Biegef-  
40 stigkeit, Zugfestigkeit und Schlagfestigkeit.

#### Beispiel 7

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)	100 Teile
Äthylen/α-Olefin-Copolymeres	20 Teile
Calciumhydroxid	
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	80 Teile
Diatomeenerde	
(Teilchengröße unter 10 µm)	60 Teile
50 nicht-ionisches oberflächenaktives	
Mittel vom Polypropylenglykol/Poly- äthylenenglykol-Copolymer-Typ	15 Teile

55 Die vorstehenden Bestandteile wurden mit einem Bumbury-Mischer zusammengeknetet und die erhaltene Mischung mit einer auf 170°C erhitzten Kalanderwalze zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,3 mm verarbeitet. Die bei 80°C gehaltene Bahn wurde uniaxial in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 10 unter Verwendung einer Reckvorrichtung gereckt zur Bildung einer Porenschichtstruktur. Viele der Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Folie zur anderen. Ein größerer Teil der Poren hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 15 µm. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 1,2 µm. Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,1 mm und eine effektive Dichte von 0,270 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei

50%.

Die Bahn hatte überlegene Alkaliresistenz und zeigte ein überlegenes Verhalten als Separator für ein alkalisches Element.

Wenn der Separator in eine Lösung eines Alkalihydroxids mit einer spezifischen Dichte von 1,3 g/cm<sup>3</sup> getaucht und sein elektrischer Widerstand gemessen wurde, ergab sich ein Wert von 0,00045 Ohm/dm<sup>2</sup> für jede Bahn.

#### Beispiel 8

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)  
Äthylen-Vinylacetat-Copolymeres  
feines Kieselsäurepulver  
(Durchmesser unter 5 µm)  
Diatomeenerde  
(Durchmesser unter 10 µm)  
anionisches oberflächenaktives Mittel  
vom Natriumalkylsulfosuccinat-Typ

100 Teile  
30 Teile  
20 Teile  
90 Teile  
15 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden in einen Bumbury-Mischer gegeben und vermischt bzw. geknetet. Die erhaltene Mischung wurde mit einer auf 175°C erhitzen Kalanderwalze zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,4 mm geformt. Die bei 85°C gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 4 und in Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 5 unter Verwendung einer Spannrahmen-Reckvorrichtung gereckt, wodurch eine Porenschichtstruktur in der Bahn gebildet wurde.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden feinen Poren hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 7 µm und der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,3 µm.

Die so erhaltene Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,15 mm und eine effektive Dichte von 0,23 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 75%.

Jede so erhaltene Bahn hatte einen elektrischen Widerstand von 0,00023 Ohm/dm<sup>2</sup> in einer elektrolytischen Lösung.

Bei Verwendung als Separator hatte die erhaltene Bahn eine verbesserte Resistenz gegenüber Säure und Alkali und erwies sich sowohl in mit Säure als auch in mit Alkali arbeitenden galvanischen Elementen als ausgezeichneter Separator mit weit besserer Entladungskapazität und Wirksamkeit der Elektrizitätserzeugung (im Vergleich zu herkömmlichen Faserbreisepartoren). Unter Verwendung dieses Separators konnte ein galvanisches Element mit merklich verbesserten Tieftemperatureigenschaften erzeugt werden.

#### Beispiel 9

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)  
Äthylen-Propylen-Copolymeres  
Phenoxyharz  
feines Kieselsäurepulver  
(Durchmesser unter 5 µm)  
Kaliumhydroxid  
(Durchmesser unter 10 µm)  
wasser-quellbares Harz vom Polyäthylenoxid-Typ  
nicht-ionisches oberflächenaktives Mittel aus Polypropylenglykol-Polyäthylenenglykol-Copolymerem

100 Teile  
15 Teile  
12 Teile  
40 Teile  
55 Teile  
35 Teile  
10 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten

lang mit einer auf 165°C erhitzen Knetwalze gemischt. Die erhaltene Mischung wurde in eine Extrusionsformmaschine gegeben und durch eine flache Düse zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,5 mm verarbeitet. Die bei 88°C gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4,5 in jeder Richtung gereckt zur Erzeugung einer Porenschichtstruktur.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden feinen Poren hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 10 µm und der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,7 µm. Der Anteil der offenen Zellen betrug 65%.

Die Bahn hatte eine Dicke von 0,14 mm, eine effektive Dichte von 0,272 g/cm<sup>3</sup> und einen elektrischen Widerstand in einer elektrolytischen Lösung von 0,0003 Ohm/dm<sup>2</sup> bei jeder Bahn. Diese Bahn zeigte ein gutes Verhalten, insbesondere bei Verwendung als Separator in einem alkalischen Element. Sie erhöhte die Zahl der (möglichen) Ladungs- und Entladungszyklen erheblich und trug zu einer langen Lebensdauer des alkalisch arbeitenden Elementes bei.

#### Beispiel 10

Der in Beispiel 8 erhaltene Separator wurde durch Warmverschweißen zu einem Beutel geformt, in den eine sandwichartig mit porösem offenzelligen Polyvinylchloridmaterial (jeweils von einer Dicke von etwa 3 mm) belegte Elektrode für galvanische Elemente eingebracht wurde. Der Separator wurde durch Wärmeschrumpfung mit dem offenzelligen Material in innigen Kontakt gebracht. Unter Verwendung solcher Elektroden wurde ein mit Bleisulfat arbeitendes galvanisches Element gebaut. Die offenzelligen Materialien wurden vollständig mit einer elektrolytischen Lösung imprägniert. Diese wurde eingegossen, bis die freie Lösung dabei war, sichtbar zu werden. Bei diesem Element wurde selbst bei heftigen Vibrationen derselben kein Austreten von elektrolytischer Lösung beobachtet. Das Element hatte einen langen Ladungs- und Entladungszyklus und zeigte eine überlegene Leistung.

#### Beispiel 11

Polypropylen (Schmelzpunkt: 165°C)	100 Teile
Äthylen-Äthylacrylat-Copolymeres	25 Teile
Polycarbonat	13 Teile
Diatomeenerde (Durchmesser unter 10 µm)	80 Teile
Anionisches oberflächenaktives Mittel aus Natriumalkylnaphthalinsulfonat	12 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten lang mit einer auf 170°C erhitzen Knetwalze vermischt und mit einem Extruder zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,6 mm geformt. Die bei 120°C gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4 in jeder Richtung gereckt zur Bildung einer Porenschichtstruktur.

Ein größerer Teil der die poröse Struktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 10 µm und der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,9 µm. Der Anteil der offenen Zellen machte 68% aus. Die Bahn hatte eine Dicke von 0,35 mm, eine effektive Dichte von 0,320 g/cm<sup>3</sup> und einen elektrischen Widerstand in einer elektrolytischen Lösung von 0,00029 Ohm/dm<sup>2</sup> für jede Bahn.

Bei Verwendung als Separator hatte diese Bahn eine

Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,12 mm und eine effektive Dichte von 0,286 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 65%.

Die Bahn hatte eine überlegene Alkaliresistenz und ermöglichte eine verbesserte Permeation einer elektrolytischen Lösung bei Verwendung als Separator zwischen einer Anode und einer Kathode in einem alkalischen Element.

Der Separator wurde in eine Lösung von Kaliumhydroxid mit einem spezifischen Gewicht von 1,3 getaucht und sein elektrischer Widerstand gemessen. Dabei wurde gefunden, daß jede Bahn des Separators in der elektrolytischen Lösung einen elektrischen Widerstand von 0,0004 Ohm/dm<sup>2</sup> hatte. Der Separator hatte ferner überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie eine verbesserte Biegefestigkeit, Zugfestigkeit und Schlagfestigkeit.

#### Beispiel 5

Polypropylen (Schmelzpunkt 165°C)	100 Teile
Äthylen/Vinylacetat-Copolymeres	10 Teile
Kohlenstoffpulver	
(Teilchendurchmesser unter 5 µm)	15 Teile
Diatomeenerdepulver	
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	70 Teile
nicht-ionisches oberflächenaktives	
Mittel vom Sorbitan-monostearat-Typ	10 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten lang mit einer auf 170°C erhitzten Knetwalze durchgeknetet und die erhaltene Mischung in einen Extruder gegeben und zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,35 mm durch eine mit seinem Mundstück fest verbundene flache Düse extrudiert. Die Bahn wurde bei 120°C gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4,0 in jeder Richtung gereckt zur Bildung einer Porenschichtstruktur in der Bahn. Viele der Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Bahn zur anderen.

Ein größerer Teil der die Porenstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 10 µm. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,6 µm. Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,08 mm und eine effektive Dichte von 0,223 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 70%.

Die Bahn hatte eine überlegene Resistenz gegen Säure und Alkali und konnte mit guten Ergebnissen als Separator zwischen einer Anode und einer Kathode in einem mit Säure oder Alkali betriebenen galvanischen Element verwendet werden. Ferner gestattete die Bahn eine verbesserte Permeation einer elektrolytischen Lösung. Der Separator wurde in eine elektrolytische Lösung von einem Säure-Element getaucht und sein elektrischer Widerstand gemessen. Dabei wurde gefunden, daß jede Bahn einen elektrischen Widerstand von 0,0004 Ohm/dm<sup>2</sup> hatte.

Der wie oben beschrieben erhaltene Separator hatte ferner überlegene Festigkeitseigenschaften wie verbesserte Biegefestigkeit, Zugfestigkeit oder Schlagfestigkeit.

#### Beispiel 6

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)	100 Teile
Silica-Pulver (Teilchendurchmesser unter 5 µm)	50 Teile

nicht-ionisches oberflächenaktives  
Mittel vom Polyoxyäthylenalkyl-  
phenoläther-Typ

10 Teile

5 Die vorstehenden Bestandteile wurden mit einem Bumbury-Mischer vermischt bzw. geknetet und die erhaltene Mischung mit einer auf 170°C erhitzten Kalanderwalze zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,5 mm verarbeitet. Die bei 95°C gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 3 und in Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 3,5 unter Verwendung einer Reckvorrichtung vom Spannrahmentyp gereckt, wodurch eine Porenschichtstruktur in der Bahn gebildet wurde.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 5 µm. Viele dieser Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Bahn zur anderen. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 0,3 µm.

Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,18 mm und eine effektive Dichte von 0,255 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei 72%.

20 25 Die Bahn wurde durch Warmverschweißen zu einem Beutel geformt und eine Elektrode für ein galvanisches Element darin untergebracht. Durch die Erwärmung des Beutels schrumpfte dieser und haftete innig an der Elektrode.

30 35 Beim Eintauchen der derart umhüllten Elektrode in eine elektrolytische Lösung für ein mit Säure arbeitendes Element konnte eine überlegene Permeation der elektrolytischen Lösung beobachtet werden, jedoch wurde der Durchtritt von aktiver Substanz der Elektrode verhindert. Jede Bahn des Elektrodenseparators hatte einen elektrischen Widerstand von 0,00023 Ohm/dm<sup>2</sup> in der elektrolytischen Lösung.

40 Ferner hatte der Separator überlegene mechanische Festigkeitseigenschaften wie eine verbesserte Biegef-  
stigkeit, Zugfestigkeit und Schlagfestigkeit.

#### Beispiel 7

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: 131°C)	100 Teile
Äthylen/α-Olefin-Copolymeres	20 Teile
Calciumhydroxid	
(Teilchendurchmesser unter 10 µm)	80 Teile
Diatomeenerde	
(Teilchengröße unter 10 µm)	60 Teile
50 nicht-ionisches oberflächenaktives	
Mittel vom Polypropylenglykol/Poly- äthylenenglykol-Copolymer-Typ	15 Teile

55 60 Die vorstehenden Bestandteile wurden mit einem Bumbury-Mischer zusammengeknetet und die erhaltene Mischung mit einer auf 170°C erhitzten Kalanderwalze zu einer Bahn mit einer Dicke von 0,3 mm verarbeitet. Die bei 80°C gehaltene Bahn wurde uniaxial in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 10 unter Verwendung einer Reckvorrichtung gereckt zur Bildung einer Porenschichtstruktur. Viele der Poren waren durchgehend und erstreckten sich von einer Oberfläche der Folie zur anderen. Ein größerer Teil der Poren hatte einen Porendurchmesser von 0,1 bis 15 µm. Der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei 1,2 µm. Die resultierende Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von 0,1 mm und eine effektive Dichte von 0,270 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil der offenen Zellen lag bei

50%.

Die Bahn hatte überlegene Alkaliresistenz und zeigte ein überlegenes Verhalten als Separator für ein alkalisches Element.

Wenn der Separator in eine Lösung eines Alkalihydroxids mit einer spezifischen Dichte von  $1,3 \text{ g/cm}^3$  getaucht und sein elektrischer Widerstand gemessen wurde, ergab sich ein Wert von  $0,00045 \text{ Ohm/dm}^2$  für jede Bahn.

#### Beispiel 8

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: $131^\circ\text{C}$ )	100 Teile
Äthylen-Vinylacetat-Copolymeres feines Kieselsäurepulver (Durchmesser unter $5 \mu\text{m}$ )	30 Teile
Diatomeenerde (Durchmesser unter $10 \mu\text{m}$ )	20 Teile
anionisches oberflächenaktives Mittel vom Natriumalkylsulfosuccinat-Typ	90 Teile
	15 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden in einen Bumbury-Mischer gegeben und vermischt bzw. geknetet. Die erhaltene Mischung wurde mit einer auf  $175^\circ\text{C}$  erhitzen Kalanderwalze zu einer Bahn mit einer Dicke von  $0,4 \text{ mm}$  geformt. Die bei  $85^\circ\text{C}$  gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längsrichtung mit einem Reckverhältnis von 4 und in Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 5 unter Verwendung einer Spannrahmen-Reckvorrichtung gereckt, wodurch eine Porenschichtstruktur in der Bahn gebildet wurde.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden feinen Poren hatte einen Porendurchmesser von  $0,1$  bis  $7 \mu\text{m}$  und der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei  $0,3 \mu\text{m}$ .

Die so erhaltene Bahn mit Porenschichtstruktur hatte eine Dicke von  $0,15 \text{ mm}$  und eine effektive Dichte von  $0,23 \text{ g/cm}^3$ . Der Anteil der offenen Zellen lag bei 75%.

Jede so erhaltene Bahn hatte einen elektrischen Widerstand von  $0,00023 \text{ Ohm/dm}^2$  in einer elektrolytischen Lösung.

Bei Verwendung als Separator hatte die erhaltene Bahn eine verbesserte Resistenz gegenüber Säure und Alkali und erwies sich sowohl in mit Säure als auch in mit Alkali arbeitenden galvanischen Elementen als ausgezeichneter Separator mit weit besserer Entladungskapazität und Wirksamkeit der Elektrizitätserzeugung (im Vergleich zu herkömmlichen Faserbreisepartatoren). Unter Verwendung dieses Separators konnte ein galvanisches Element mit merklich verbesserten Tieftemperatureigenschaften erzeugt werden.

#### Beispiel 9

Polyäthylen von hoher Dichte (Schmelzpunkt: $131^\circ\text{C}$ )	100 Teile
Äthylen-Propylen-Copolymeres Phenoxyharz feines Kieselsäurepulver (Durchmesser unter $5 \mu\text{m}$ )	15 Teile
Kaliumhydroxid (Durchmesser unter $10 \mu\text{m}$ ) wasser-quellbares Harz vom Polyäthylenoxid-Typ	12 Teile
nicht-ionisches oberflächenaktives Mittel aus Polypropylenglykol-Poly- äthylenenglykol-Copolymerem	40 Teile
	55 Teile
	35 Teile
	10 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten

lang mit einer auf  $165^\circ\text{C}$  erhitzen Knetwalze vermischt. Die erhaltene Mischung wurde in eine Extrusionsformmaschine gegeben und durch eine flache Düse zu einer Bahn mit einer Dicke von  $0,5 \text{ mm}$  verarbeitet. Die bei  $88^\circ\text{C}$  gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4,5 in jeder Richtung gereckt zur Erzeugung einer Porenschichtstruktur.

Ein größerer Teil der die Porenschichtstruktur bildenden feinen Poren hatte einen Porendurchmesser von  $0,1$  bis  $10 \mu\text{m}$  und der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei  $0,7 \mu\text{m}$ . Der Anteil der offenen Zellen betrug 65%.

Die Bahn hatte eine Dicke von  $0,14 \text{ mm}$ , eine effektive Dichte von  $0,272 \text{ g/cm}^3$  und einen elektrischen Widerstand in einer elektrolytischen Lösung von  $0,0003 \text{ Ohm/dm}^2$  bei jeder Bahn. Diese Bahn zeigte ein gutes Verhalten, insbesondere bei Verwendung als Separator in einem alkalischen Element. Sie erhöhte die Zahl der (möglichen) Ladungs- und Entladungszyklen erheblich und trug zu einer langen Lebensdauer des alkalisch arbeitenden Elementes bei.

#### Beispiel 10

Der in Beispiel 8 erhaltene Separator wurde durch Warmverschweißen zu einem Beutel geformt, in den eine sandwichartig mit porösem offenzelligen Polyvinylchloridmaterial (jeweils von einer Dicke von etwa  $3 \text{ mm}$ ) belegte Elektrode für galvanische Elemente eingebracht wurde. Der Separator wurde durch Wärmeschrumpfung mit dem offenzelligen Material in innigen Kontakt gebracht. Unter Verwendung solcher Elektroden wurde ein mit Bleisulfat arbeitendes galvanisches Element gebaut. Die offenzelligen Materialien wurden vollständig mit einer elektrolytischen Lösung imprägniert. Diese wurde eingegossen, bis die freie Lösung dabei war, sichtbar zu werden. Bei diesem Element wurde selbst bei heftigen Vibrationen derselben kein Austreten von elektrolytischer Lösung beobachtet. Das Element hatte einen langen Ladungs- und Entladungszyklus und zeigte eine überlegene Leistung.

#### Beispiel 11

Polypropylen (Schmelzpunkt: $165^\circ\text{C}$ )	100 Teile
Äthylen-Äthylacrylat-Copolymeres	25 Teile
Polycarbonat	13 Teile
Diatomeenerde (Durchmesser unter $10 \mu\text{m}$ )	80 Teile
Anionisches oberflächenaktives Mittel aus Natriumalkylnaphthalinsulfonat	12 Teile

Die vorstehenden Bestandteile wurden 15 Minuten lang mit einer auf  $170^\circ\text{C}$  erhitzen Knetwalze vermischt und mit einem Extruder zu einer Bahn mit einer Dicke von  $0,6 \text{ mm}$  geformt. Die bei  $120^\circ\text{C}$  gehaltene Bahn wurde gleichzeitig in Längs- und Querrichtung mit einem Reckverhältnis von 4 in jeder Richtung gereckt zur Bildung einer Porenschichtstruktur.

Ein größerer Teil der die poröse Struktur bildenden Mikroporen hatte einen Porendurchmesser von  $0,1$  bis  $10 \mu\text{m}$  und der maximale Porendurchmesser der offenen Zellen lag bei  $0,9 \mu\text{m}$ . Der Anteil der offenen Zellen machte 68% aus. Die Bahn hatte eine Dicke von  $0,35 \text{ mm}$ , eine effektive Dichte von  $0,320 \text{ g/cm}^3$  und einen elektrischen Widerstand in einer elektrolytischen Lösung von  $0,00029 \text{ Ohm/dm}^2$  für jede Bahn.

Bei Verwendung als Separator hatte diese Bahn eine

verbesserte Dimensionsstabilität in der Wärme und sie war für die Verwendung in galvanischen Elementen geeignet, die in einer Umgebung mit variablen Temperaturbedingungen verwendet wurden. Sie hatte ein sehr gutes Verhalten bzw. eine hohe Kapazität oder Leistung und gute Beständigkeit.

Der so erhaltene Separator wurde zu einem Beutel warm verschweißt, in den eine Elektrode gebracht wurde. Er wurde dann, um eine Schrumpfung zu ermöglichen, auf 130°C erhitzt, wodurch eine innige Haftung an der Elektrode herbeigeführt wurde. Bei Verwendung in einem galvanischen Element ermöglichte

der Separator eine bessere Permeation der elektrolytischen Lösung und sein elektrischer Widerstand hatte trotz der Schrumpfung nicht abgenommen. Der nach diesem Beispiel erhaltene Separator war dünn und konnte in Beutelform und in innigem Kontakt mit der Elektrode angewandt werden, wobei der Zwischenraum zwischen den Elektroden kleiner gemacht werden konnte als in herkömmlichen galvanischen Elementen, so daß das Element trotz gleicher elektrischer Kapazität kleiner gemacht werden konnte als herkömmliche Elemente.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

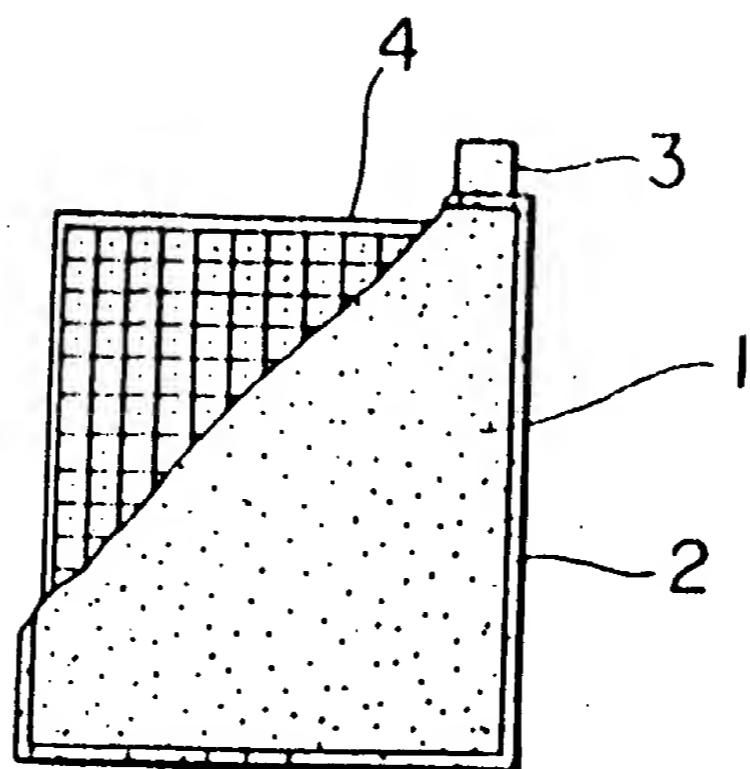


Fig. 2

